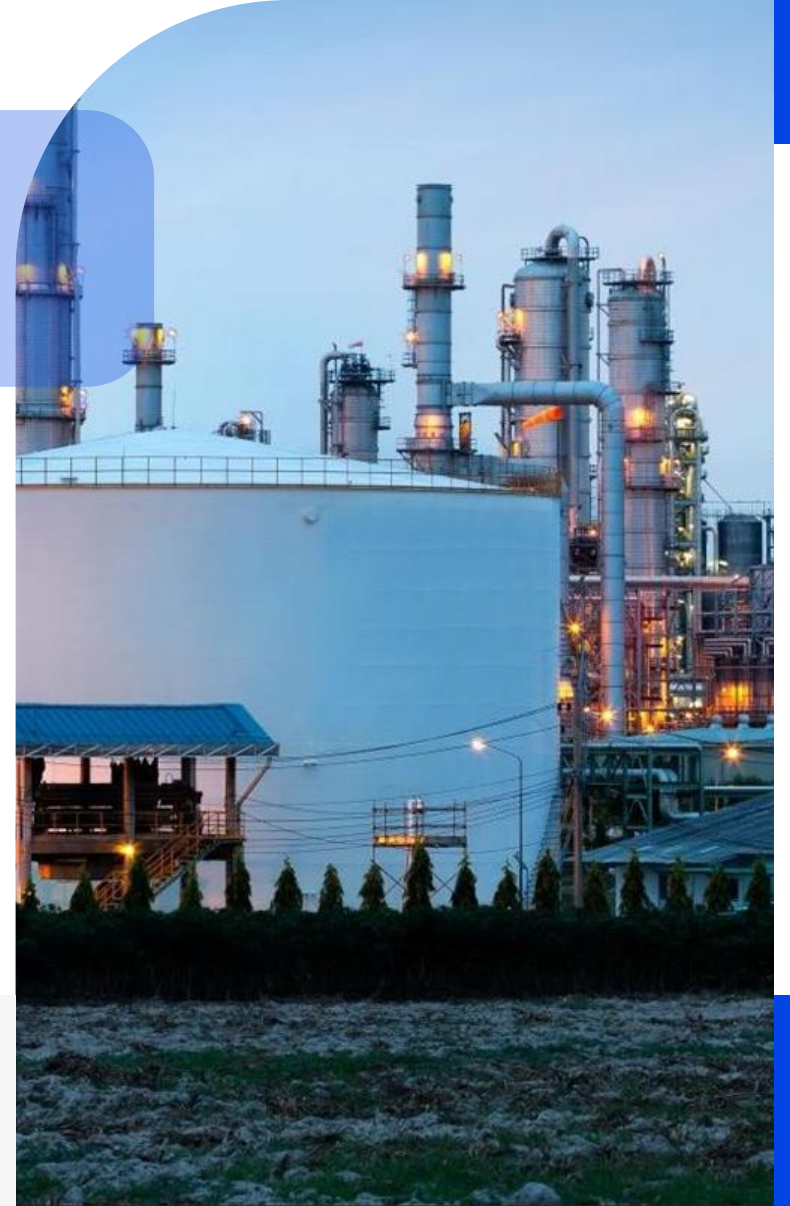


# UNIT DISTILASI MINYAK MENTAH(CDU)

December 2025



# Daftar Isi

01

Pengantar

02

Deskripsi Progress

03

Unit Operasi Distilasi Minyak Mentah

04

Penghilangan Garam dari Minyak Mentah

05

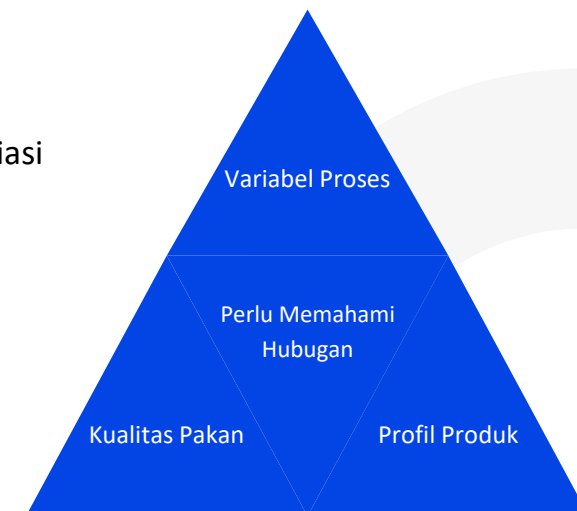
Unit Distilasi Vakum

06

Keseimbangan Material Distilasi Minyak Mentah

# Pengantar CDU

- Unit Distilasi Minyak Mentah juga dikenal sebagai unit distilasi atmosferik, arena beroperasi pada tekanan sedikit di atas atmosfer.
- CDU menyuling minyak mentah yang masuk menjadi berbagai fraksi dengan titik didih yang berbeda, yang masing-masing kemudian diproses lebih lanjut di unit pemrosesan kilang lainnya
- Unit ini menerima laju aliran yang tinggi, sehingga ukurannya (kapasitas) dan biaya operasionalnya merupakan yang terbesar di kilang
- Banyak unit CDU dirancang untuk menangani berbagai jenis minyak mentah: Produk CDU meliputi bensin, minyak tanah, minyak solar ringan, minyak solar berat, minyak berat, dan sebagainya
- Desain unit didasarkan pada skenario minyak mentah berat dan skenario minyak mentah ringan
- Unit harus beroperasi dengan baik pada sekitar 60% dari laju aliran desain
- Perubahan suhu musiman harus dipertimbangkan dalam desain karena titik potong bensin dapat bervariasi hingga 20°C (36°F) antara musim panas dan musim dingin



# Pengantar CDU: Tantangan

---

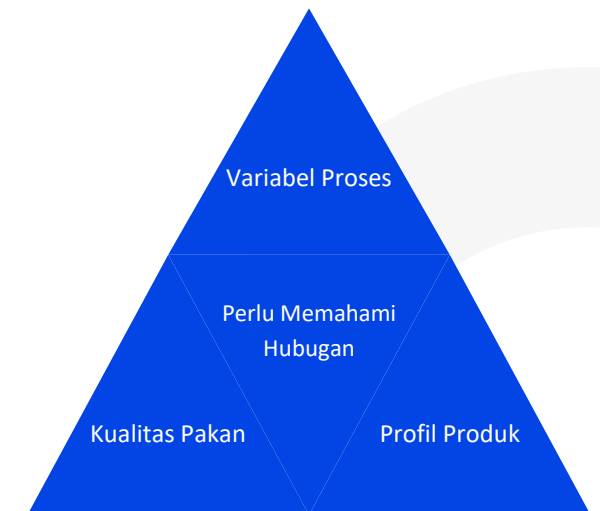
Tantangan dalam Operasi CDU:

- Bahan baku minyak mentah non-tradisional (minyak mentah yang lebih berat dan lebih asam)
- Pengurangan konsumsi energi
- Optimasi operasional
- Perencanaan produksi
- pengendalian emisi  $CO_2$  (aspek lingkungan)

# Pengantar CDU: Keunggulan

---

- Metode manufaktur canggih dan kualitas
- Peralatan CDU diperiksa berdasarkan standar ASME.
- Layanan profesional, harga ekonomis, waktu pengiriman singkat
- Dapat memastikan penggunaan penuh berbagai komponen untuk mengurangi konsumsi energi



# Pengantar CDU

## Light Sweet Crude Oil

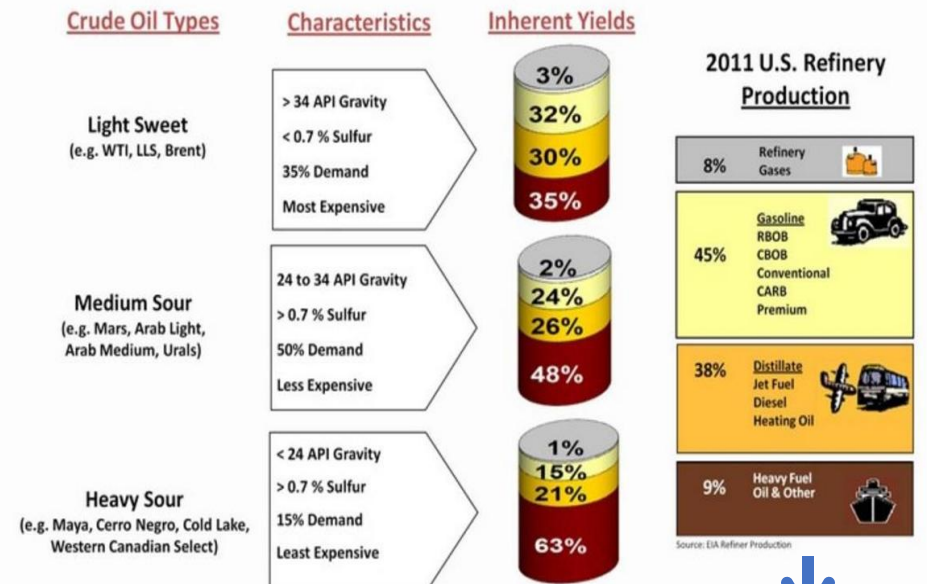
Jenis minyak ini memiliki **API gravity di atas 34**, kadar sulfur **kurang dari 0,7%**, serta merupakan jenis minyak yang paling diminati dengan porsi permintaan sekitar **35%**. Karena kualitasnya tinggi, minyak ini juga merupakan yang **paling mahal**. Hasil inherent yields dari pengolahannya menunjukkan sekitar **35% fraksi berat**, **30% distillate**, **32% gasoline**, dan sekitar **3% gas ringan**

## Medium Sour Crude Oil

Memiliki **API gravity antara 24 hingga 34** dan kadar sulfur **lebih dari 0,7%**. Jenis ini mencakup sekitar **50% permintaan**, dan harganya lebih murah dibanding light sweet. Inherent yields-nya terdiri dari sekitar **48% fraksi berat**, **26% distillate**, **24% gasoline**, dan **2% gas ringan**.

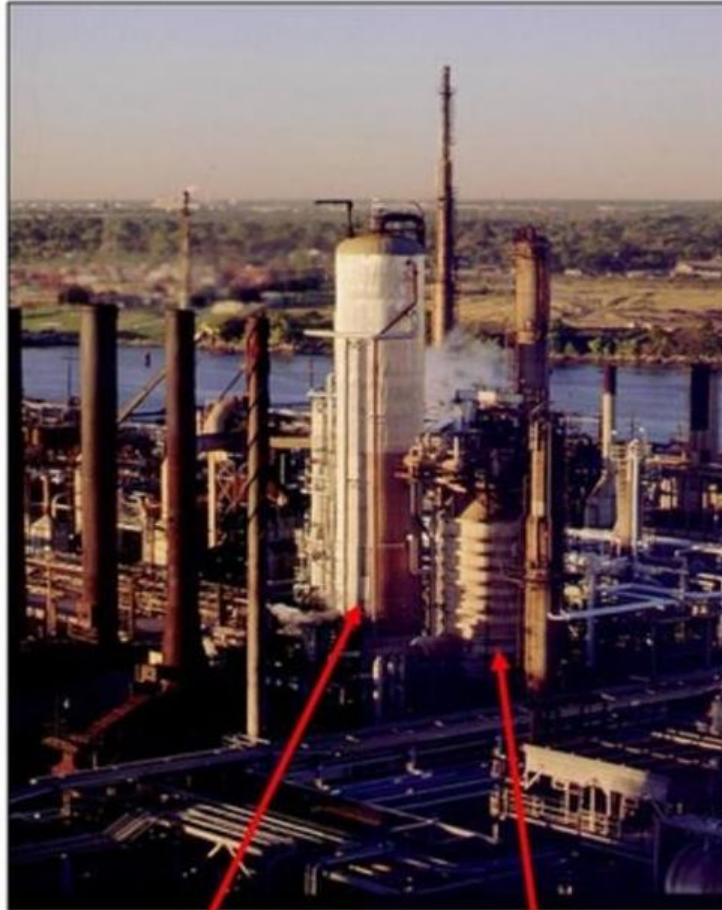
## Heavy Sour Crude Oil

Jenis minyak ini memiliki **API gravity kurang dari 24**, dengan kadar sulfur **lebih dari 0,7%**. Permintaannya sekitar **15%**, dan minyak ini merupakan jenis yang **paling murah**. Inherent yields yang dihasilkan didominasi oleh **63% fraksi berat**, diikuti **21% distillate**, **15% gasoline**, dan hanya **1% gas ringan**



Komposisi **produksi kilang minyak Amerika Serikat tahun 2011**. Kilang menghasilkan sekitar **8% refinery gases**, **45% gasoline** (seperti RBOB, CBOB, konvensional, CARB, dan premium), **38% distillate** (termasuk jet fuel, diesel, dan heating oil), serta **9% heavy fuel oil dan produk lainnya**.

# Pengantar CDU: CDU dan Menara ADU



Crude Atmospheric Tower

Vacuum Tower

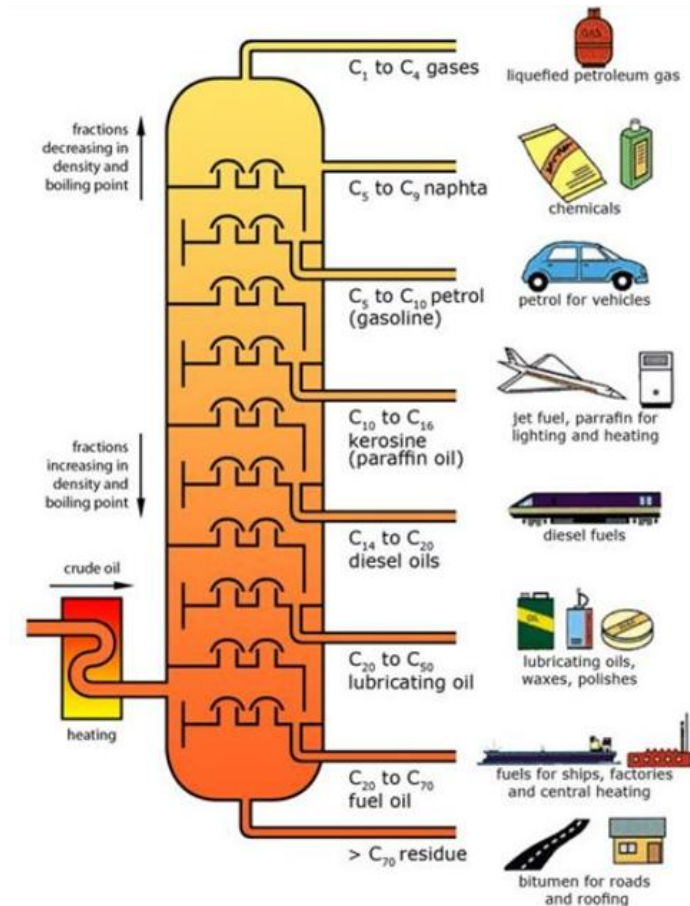
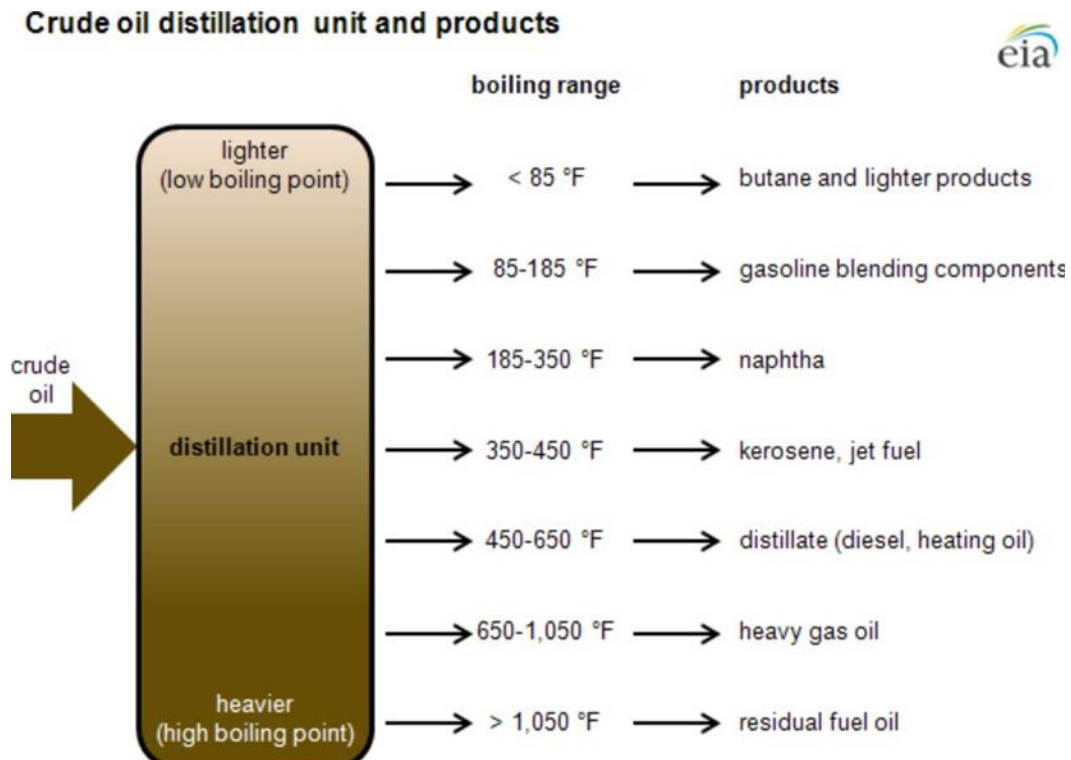
## Kapasitas CDU

- Kapasitas CDU berkisar antara: 10.000 BPSP (1.400 tpd) - 400.000 BPSP (56.000 tpd)
- Ekonomi pengolahan minyak lebih menguntungkan untuk unit yang lebih besar
- Ukuran CDU yang ideal dapat memproses sekitar 200.000 BPSP
- BPSP: barel per hari aliran
- tpd: ton metrik per hari

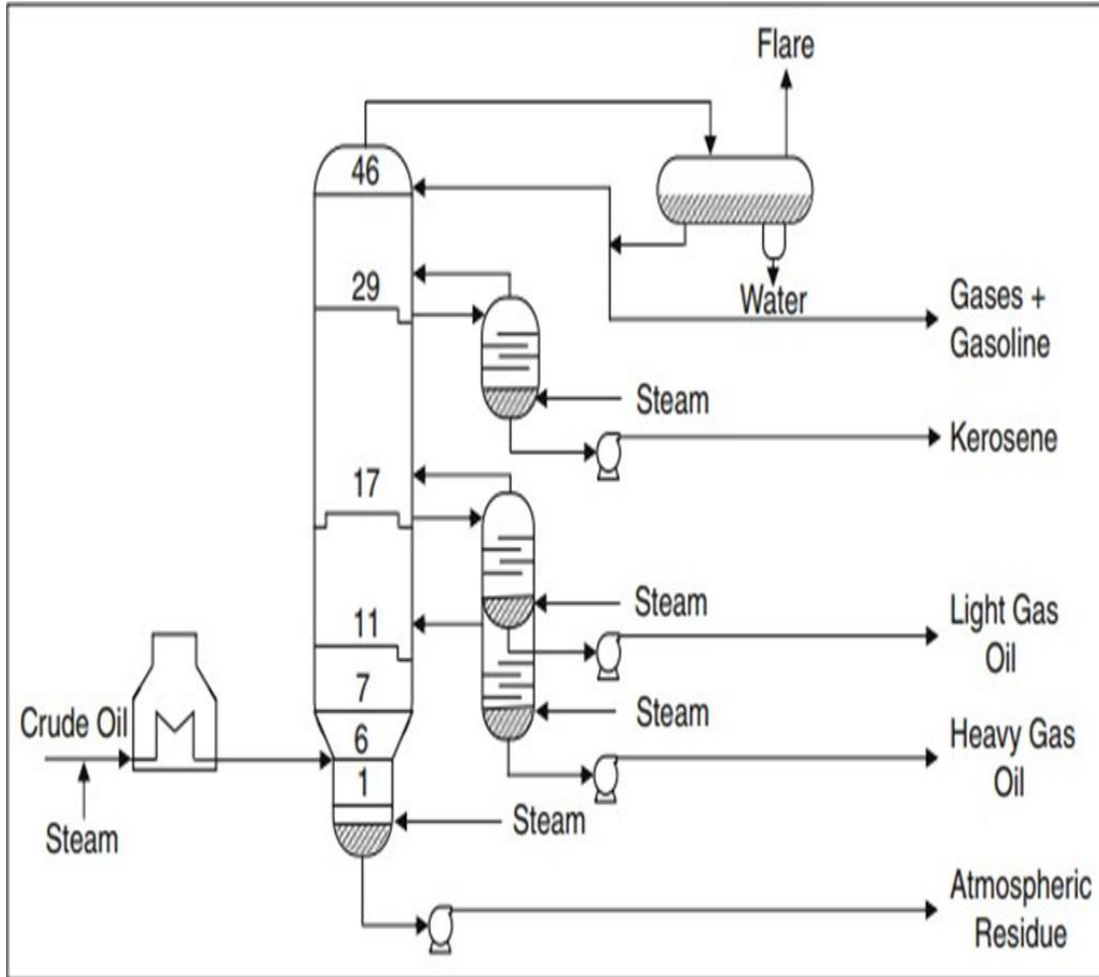


# Produk CDU

Pada proses ini, minyak mentah dipanaskan sehingga komponen-komponennya terpisah berdasarkan **rentang titik didih** masing-masing. Bagian yang lebih ringan dengan titik didih rendah naik ke bagian atas kolom distilasi, sedangkan bagian yang lebih berat dengan titik didih lebih tinggi tetap berada di bagian bawah



# Deskripsi Proses

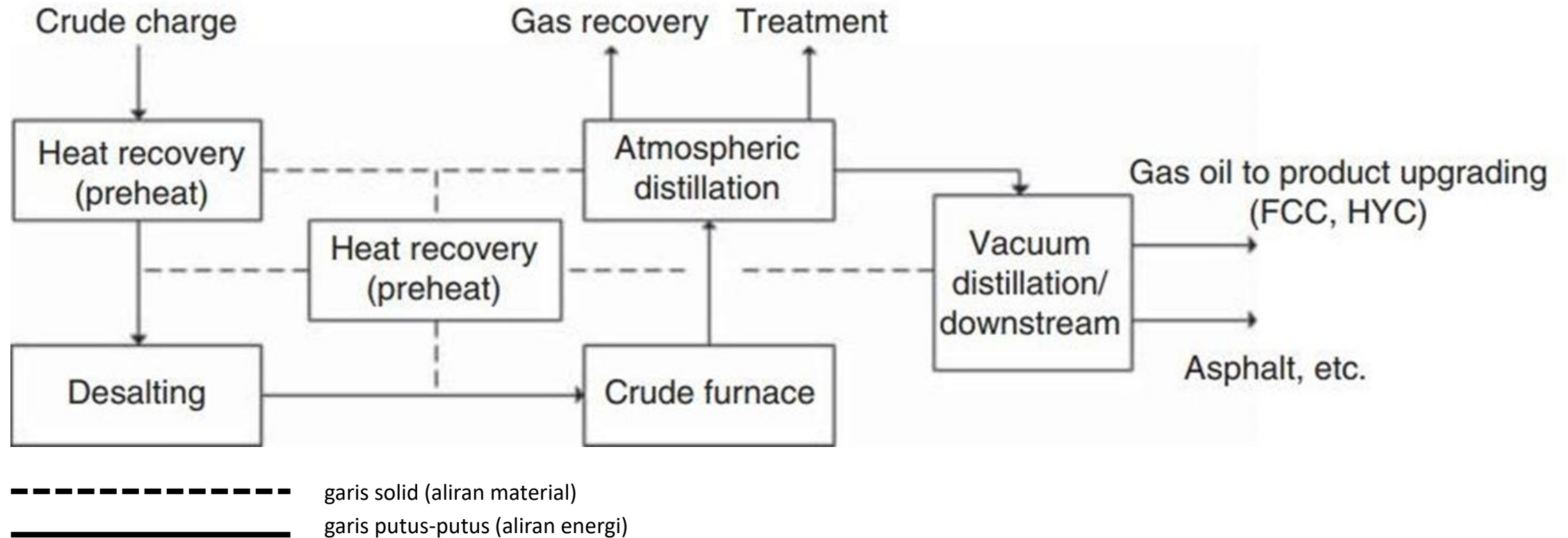


## Alur Proses Utama:

- **Minyak mentah dan steam** masuk dari bagian bawah kolom, setelah sebelumnya dipanaskan di furnace. Penggunaan steam membantu menurunkan tekanan parsial dan memperbaiki efisiensi pemisahan.
- **Bagian bawah kolom (tray 1 dan 6)**  
Fraksi paling berat tidak menguap dan keluar sebagai **Atmospheric Residue**, yang akan diproses lebih lanjut dalam vacuum distillation.
- **Tray menengah (tray 7, 11, 17)**  
Pada zona ini, fraksi yang lebih ringan mulai menguap dan ditarik keluar menuju stripper yang diberi tambahan steam untuk meningkatkan pemisahan.  
Dari tray 7 dan 11, setelah pemrosesan, dihasilkan **Heavy Gas Oil** dan **Light Gas Oil**.
- **Tray 17 – bagian fraksi lebih ringan**  
Fraksi ini diolah dan diambil sebagai **Kerosene** setelah proses stripping
- **Bagian atas kolom (tray 29 dan 46)**  
Pada zona ini terkandung fraksi paling ringan. Uap dikondensasikan sebagian untuk memisahkan antara **gas + gasoline** dan air. Sebagian gas yang tidak dapat dikondensasi dialirkan menuju flare sebagai sistem keamanan.
- **Top Product (Gases + Gasoline)**  
Produk paling ringan yang mengalir keluar dari bagian atas kolom melalui sistem kondensor dan separator.



# Alur Proses Umum Pengolahan Minyak Mentah Awal



# Alur Proses Umum Pengolahan Minyak Mentah Awal

---

Minyak mentah dari berbagai sumber (pipa, tangki penyimpanan, dll.) masuk ke kilang setelah melalui proses pengolahan awal untuk menghilangkan kotoran dan endapan.



Minyak mentah ini masuk ke bagian pemulihan panas awal untuk meningkatkan suhunya dan memulihkan panas dari unit hilir.



Minyak mentah yang dipanaskan masuk ke unit penghilangan garam untuk menghilangkan garam terlarut dan zat-zat pengotor yang terkait.



Setelah garam (dan air yang terkait dengan proses penghilangan garam) telah diolah dengan cukup, cairan mentah masuk ke sistem pemanasan awal yang terdiri dari beberapa penukar panas yang terhubung dengan berbagai peralatan hilir.



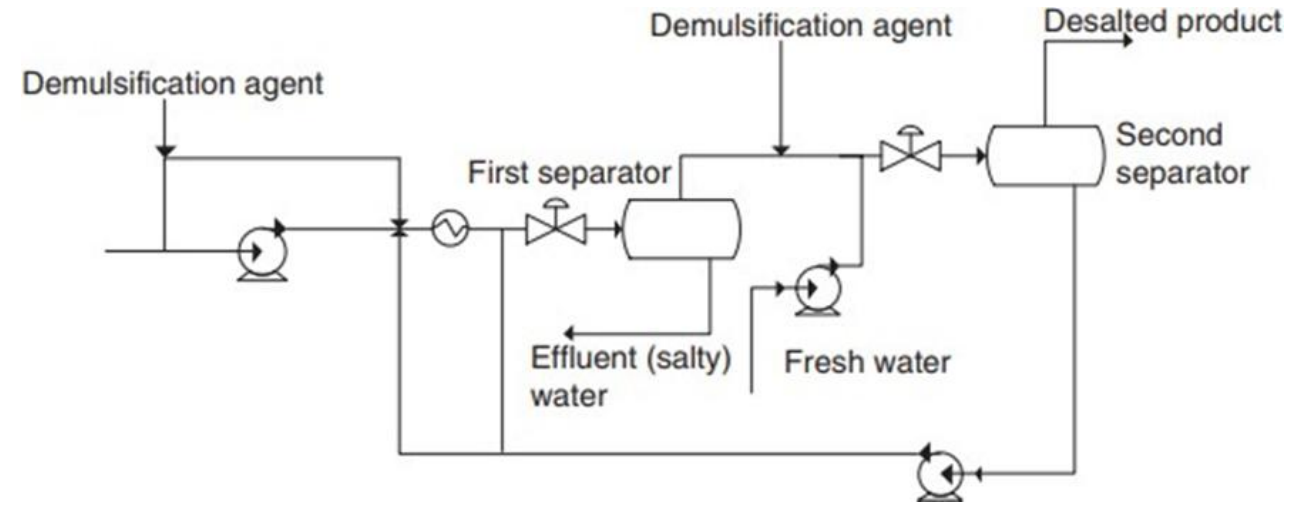
Kilang pemanasan awal biasanya meningkatkan suhu minyak mentah secara signifikan dan mengurangi konsumsi energi keseluruhan kilang.



Peralatan pemanas minyak mentah menguapkan sebagian besar minyak mentah dan mengalirkan campuran uap-cair ini ke CDU.

# Proses Penghilangan Garam, Pengeringan, dan Penghilangan Padatan

- Sebagian besar minyak mentah mengandung kadar garam yang signifikan (20-500 ppm). Penting untuk menghilangkan garam-garam ini untuk mencegah penumpukan kotoran dan pembentukan kerak pada permukaan pertukaran panas. Penurunan efisiensi pertukaran panas dapat secara signifikan meningkatkan energi yang diperlukan untuk distilasi
- Garam-garam ini terlarut dalam tetesan air yang sangat kecil yang membentuk emulsi air dalam minyak dan tidak dapat dipisahkan dengan gravitasi atau metode mekanis.
- Pemisahan dilakukan melalui pemisahan air elektrostatis di unit desalinasi. Tetesan air bergaram dipaksa untuk menggumpal dan berpindah ke fase air melalui gravitasi. Proses ini melibatkan pencampuran minyak mentah dengan air pencair (5-6 vol%) melalui katup pencampur.



# Proses Penghilangan Garam, Pengeringan, dan Penghilangan Padatan

Minyak mentah dipanaskan hingga suhu penghilangan garam (80-150°C). Jumlah besar air bersentuhan dengan minyak mentah.

Garam-garam tersebut akan larut secara khusus dalam air hingga mencapai titik jenuhnya.

Air akan menggumpal menjadi tetesan air besar dalam kehadiran medan listrik yang kuat.

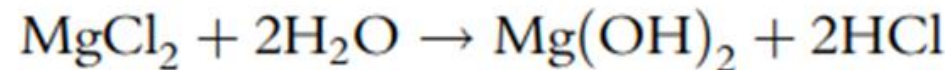
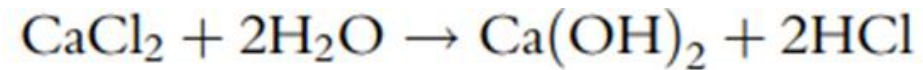
Tetesan-tetesan mulai mengendap dari minyak akibat gravitasi.

Pabrik pengolahan minyak mungkin memiliki beberapa tahap penghilangan garam untuk memastikan bahwa proses tersebut secara efektif mengurangi kadar garam hingga tingkat minimal.

Karena adanya kontaminan lain dalam minyak mentah, agen de-emulsifikasi juga dapat ditambahkan untuk mencegah pembentukan emulsi air-minyak.

# Jenis-jenis Garam dalam Minyak Mentah

Sebagian besar terdiri dari magnesium, kalsium, dan natrium klorida, dengan natrium klorida sebagai jenis yang paling melimpah. Klorida- klorida tersebut, kecuali NaCl, terhidrolisis pada suhu tinggi menjadi hidrogen klorida:



Asam klorida larut dalam air sistem overhead, menghasilkan asam klorida, suatu asam yang sangat korosif.

# Proses Desalinasi

- Kandungan garam pada minyak mentah yang diukur dalam pon per seribu barel (PTB) dapat mencapai 2000 PTB
- Kandungan garam harus diturunkan menjadi antara 5,7 – 14,3 kg/1000 m<sup>3</sup> (2-5 PTB)

Penurunan garam yang buruk memiliki efek sebagai berikut:

- (1) Endapan garam di dalam tabung tungku dan pada bundel tabung penukar panas menyebabkan penumpukan kotoran, sehingga mengurangi efisiensi transfer panas;
- (2) Korosi pada peralatan di atas; dan,
- (3) Garam yang terbawa bersama produk bertindak sebagai racun katalis dalam unit pemecahan katalitik.

- Pencucian air: Air dicampur dengan minyak mentah yang masuk melalui katup pencampur. Air melarutkan kristal garam, dan pencampuran mendistribusikan garam ke dalam air, menghasilkan tetesan-tetesan sangat kecil secara merata. Agen pemecah emulsi ditambahkan pada tahap ini untuk membantu memecah emulsi dengan menghilangkan asfalten dari permukaan tetesan.
- Pemanasan: Suhu minyak mentah harus berada dalam rentang 48,9–54,4°C (120–130°F) karena pemisahan air-minyak dipengaruhi oleh viskositas dan densitas minyak.
- Koalesensi: Tetesan air memiliki diameter sangat halus dalam rentang 1–10 mm sehingga tidak mengendap karena gravitasi. Koalesensi menghasilkan tetesan yang lebih besar yang dapat mengendap karena gravitasi. Hal ini dicapai melalui medan listrik elektrostatik antara dua elektroda. Medan listrik mengionisasi tetesan air dan mengorientasikannya sehingga saling tertarik. Pengadukan juga dihasilkan dan membantu proses koalesensi. Gaya tarik antara tetesan air diberikan oleh:

$$F = KE^2 d^2 \left( \frac{d}{s} \right)^4$$

Di mana E adalah medan listrik, d adalah diameter tetesan, s adalah jarak antara pusat tetesan, dan K adalah konstanta



# Proses Desalinasi

Penurunan: Menurut Hukum Stock, laju penurunan tetesan air setelah penggabungan diberikan oleh

$$\text{Settling rate} = \frac{k(\rho_{\text{H}_2\text{O}} - \rho_{\text{oil}})d^2}{\mu_{\text{oil}}}$$

di mana  $\rho$  adalah densitas,  $\mu$  adalah viskositas,  $d$  adalah diameter tetesan, dan  $k$  adalah konstanta.

## Deskripsi Desalinasi

Sebuah desalter tipikal terdiri dari dua elektroda logam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Tegangan tinggi diterapkan antara kedua elektroda ini. Untuk penghilangan garam yang efektif, medan listrik diterapkan sebagai berikut:

- Medan listrik tegangan tinggi yang disebut “medan sekunder” sebesar sekitar 1000 V/cm diterapkan antara kedua elektroda. Ionisasi tetesan air dan penggabungan terjadi di sini
- Sebuah medan primer sebesar sekitar 600 V/cm diterapkan antara antarmuka air-minyak mentah dan elektroda bawah. Medan ini membantu tetesan air mengendap lebih cepat

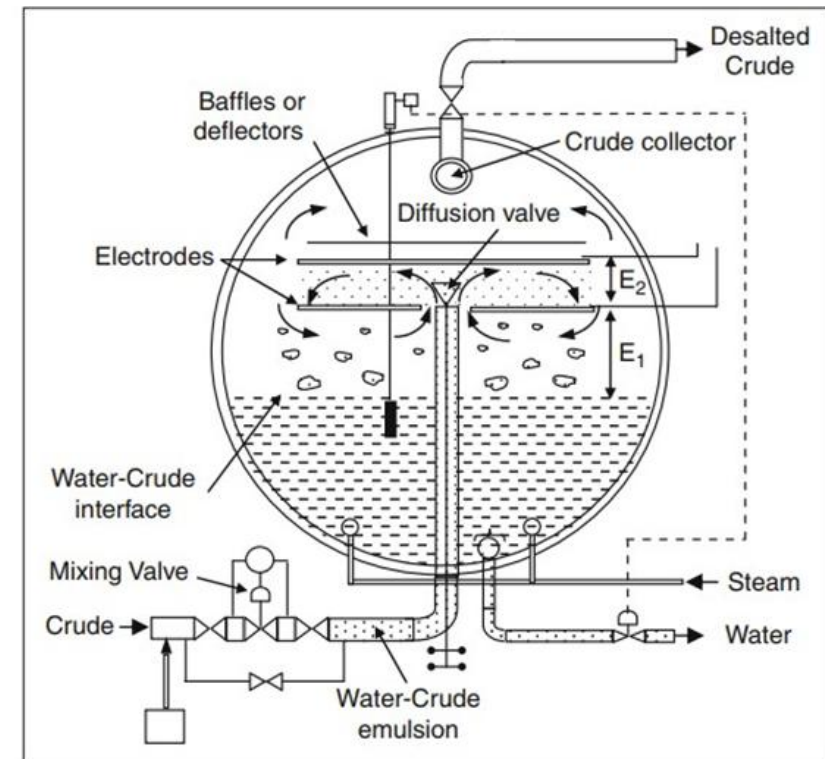
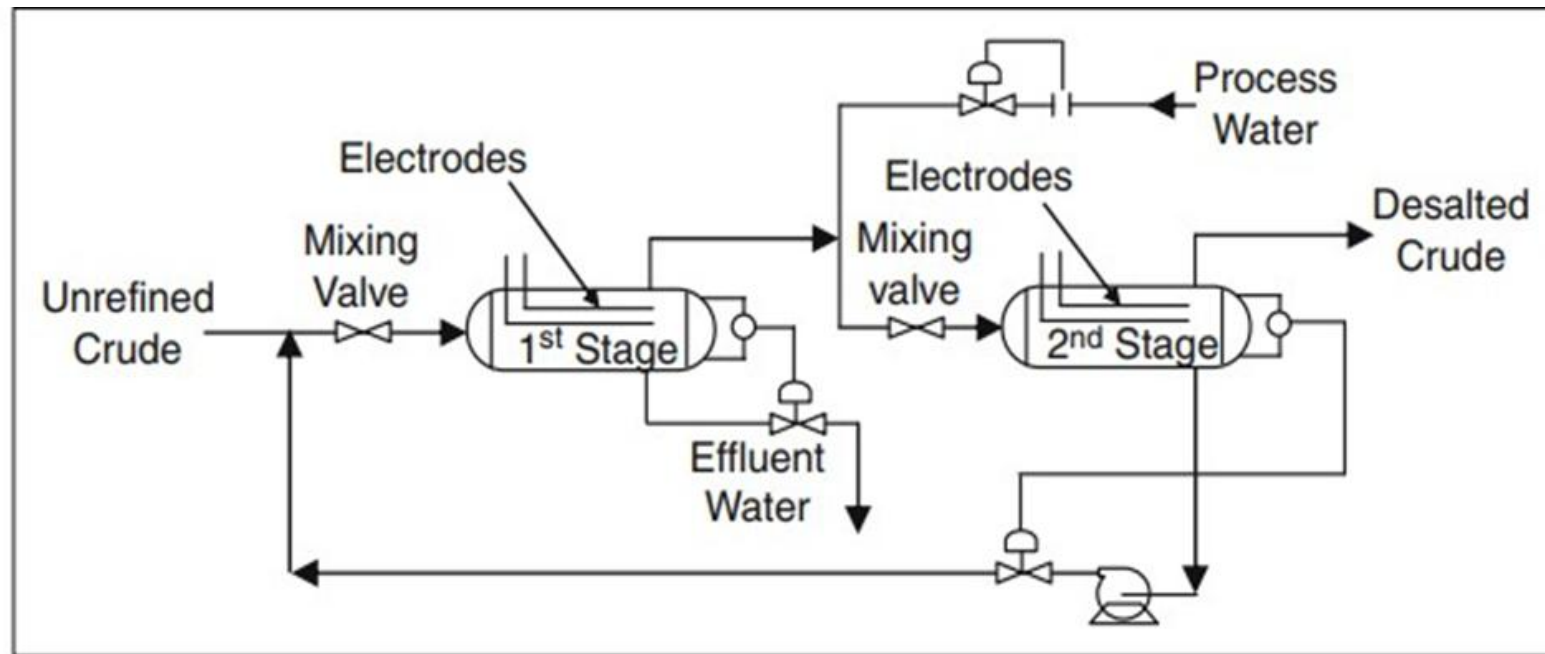


Figure 4.3 Simplified flow diagram of an electrostatic desalter (Ptak *et al.*, 2000)

# Deskripsi Desalinasi

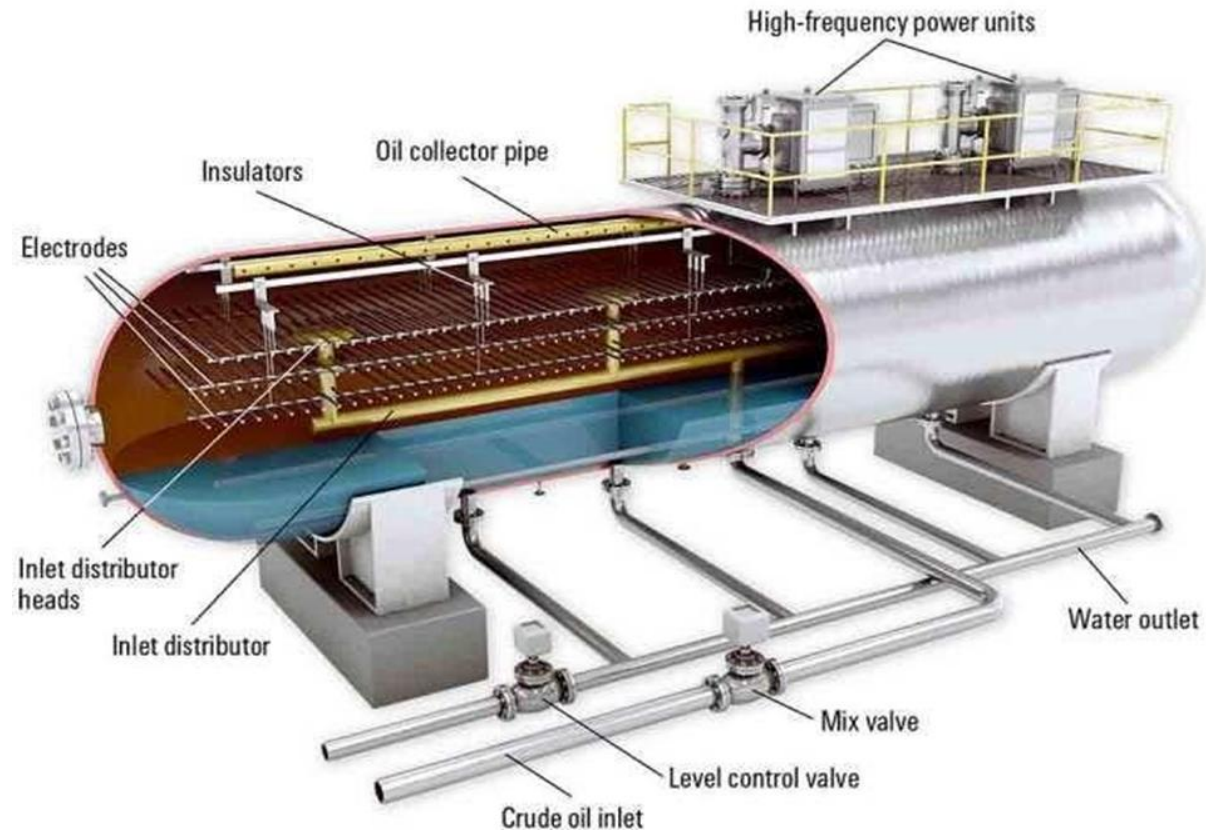
- Desalter dengan desain ini mampu menghilangkan 90% garam. Namun, penghilangan garam hingga 99% dapat dicapai dengan desalter dua tahap, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.
- Tahap kedua juga sangat penting karena pemeliharaan desalter memerlukan waktu yang cukup lama untuk membersihkan kotoran dan endapan yang mengendap di bagian bawah. Oleh karena itu, unit mentah dapat dioperasikan dengan desalter satu tahap sementara yang lain dibersihkan.



**Figure 4.4** Two-stage desalting

# Deskripsi Desalinasi

---



# Variabel Operasional Desalinasi

---

- Suhu desalinasi: Kecepatan pengendapan bergantung pada densitas dan viskositas minyak mentah. Karena peningkatan suhu menurunkan densitas dan viskositas, kecepatan pengendapan meningkat seiring dengan suhu berdasarkan densitas minyak mentah. Suhu desalinasi tipikal dapat bervariasi antara 50 dan 150°C (122 dan 302°F).
- Perbandingan air pencucian: Menambahkan air ke minyak mentah membantu dalam penghilangan garam. Oleh karena itu, meningkatkan laju air pencucian meningkatkan laju penggabungan. Tergantung pada suhu desalting, nilai minimum harus digunakan. Misalnya, minyak mentah Kuwait (31,2 API) memerlukan penambahan air sebesar 7–8% volume relatif terhadap laju minyak mentah.
- Tingkat air: Meningkatkan tingkat air mengurangi waktu pengendapan tetesan air dalam minyak mentah, sehingga meningkatkan efisiensi penghilangan garam. Namun, jika tingkat air terlalu tinggi dan mencapai elektroda bawah, hal ini dapat menyebabkan korsleting pada desalter. Karena medan listrik utama bergantung pada jarak antara elektroda bawah dan antarmuka air-minyak, lebih baik menjaga tingkat air tetap konstan untuk operasi yang stabil.
- Titik injeksi air: Biasanya air pencuci disuntikkan di katup pencampur. Namun, jika dikhawatirkan endapan garam dapat terjadi di penukar panas prapanas, sebagian atau seluruh air pencuci disuntikkan langsung setelah pompa bahan baku.

# Variabel Operasional Desalinasi

---

- Kecepatan injeksi demulsifier: Demulsifier adalah copolimer dasar dengan salah satu ujungnya bersifat hidrofilik (menyukai air dan menempel pada permukaan tetesan air), dan ujung lainnya bersifat hidrofobik (menyukai minyak dan diarahkan ke sisi minyak). Ketika senyawa ini teradsorpsi pada permukaan tetesan, mereka menstabilkan tetesan. Demulsifier ditambahkan ke minyak mentah setelah pompa pengumpan atau sebelum katup pencampur pada tingkat antara 3 dan 10 ppm dari minyak mentah.
- Jenis air pencucian: Air proses ditambah air segar digunakan untuk penghilangan garam. Air tersebut harus relatif lunak untuk mencegah pembentukan kerak. Air tersebut harus sedikit asam dengan pH dalam rentang 6. Air harus bebas dari hidrogen sulfida dan amonia agar tidak menimbulkan masalah korosi tambahan. Oleh karena itu, kondensat atas distilasi dan air proses dari unit lain dapat digunakan setelah proses stripping.
- Penurunan tekanan di katup pencampur: Pencampuran air pencuci dengan minyak mentah diperlukan untuk mendistribusikan air dan melarutkan kristal garam yang terlarut. Penurunan tekanan di katup pencampur menentukan efisiensi pencampuran. Di sisi lain, proses pencampuran menghasilkan tetesan yang lebih halus (berdiameter lebih kecil) yang cenderung menstabilkan emulsi dan membuat pemisahan air menjadi lebih sulit. Oleh karena itu, terdapat kompromi dalam pemilihan penurunan tekanan yang sesuai di katup pencampur. Penurunan tekanan antara 0,5 dan 1,5 bar (7,4 dan 22 psi) digunakan.

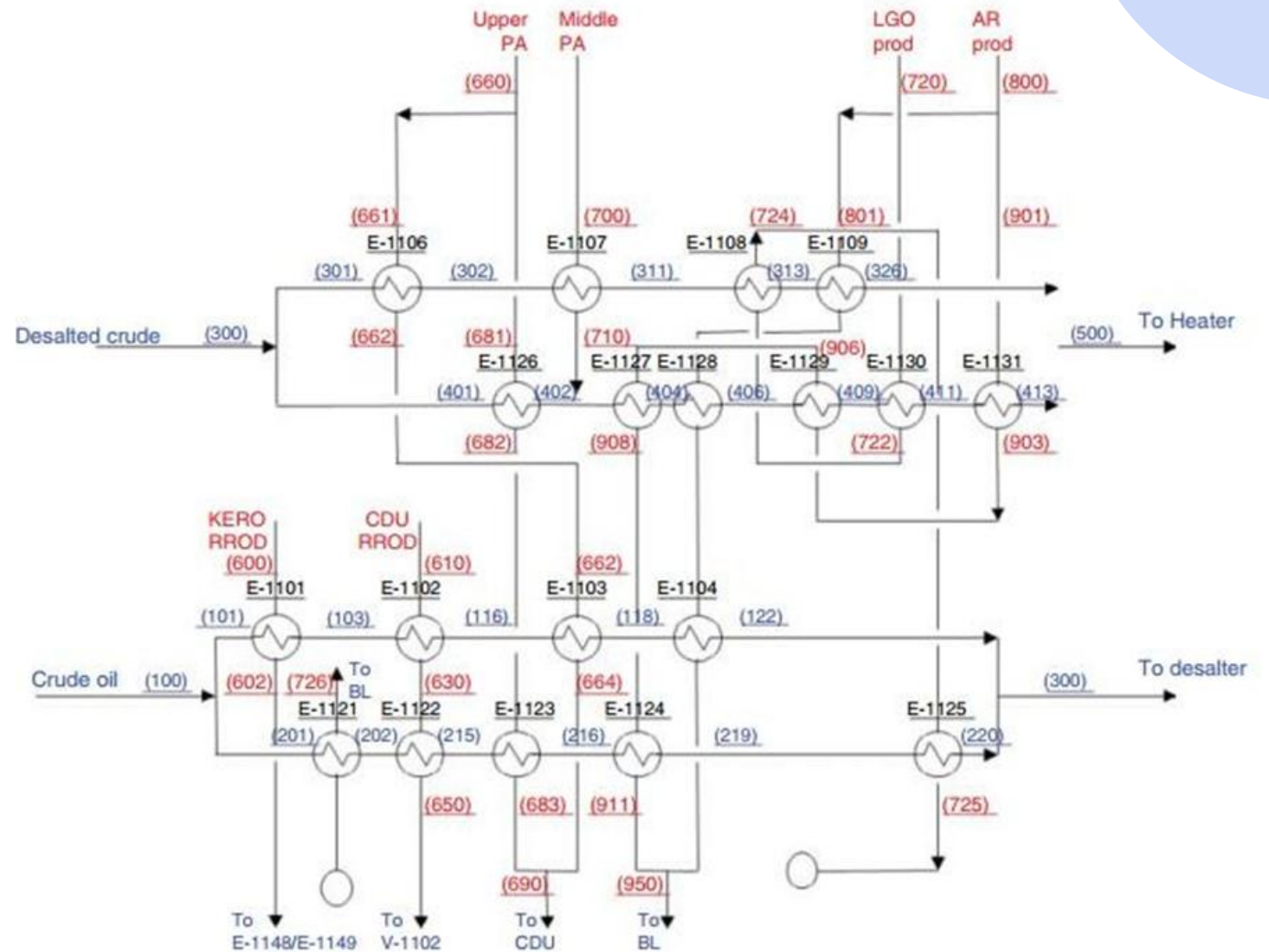
# Pemanasan Awal dan Pemulihan Panas - Preheat Train and Heat Recovery

---

- CDU mengonsumsi 20-30% dari total energi yang diperlukan untuk mendestilasi minyak mentah tertentu menjadi produk
- Sangat penting untuk mengoptimalkan dan memulihkan panas sebanyak mungkin dari aliran panas di seluruh kilang
- Sistem pemanasan awal terdiri dari penukar panas yang secara bertahap memanaskan minyak mentah menggunakan aliran panas dari CDU dan unit hilir lainnya di kilang
- Minyak mentah berada di sistem pemanasan awal pada suhu sekitar 250°C

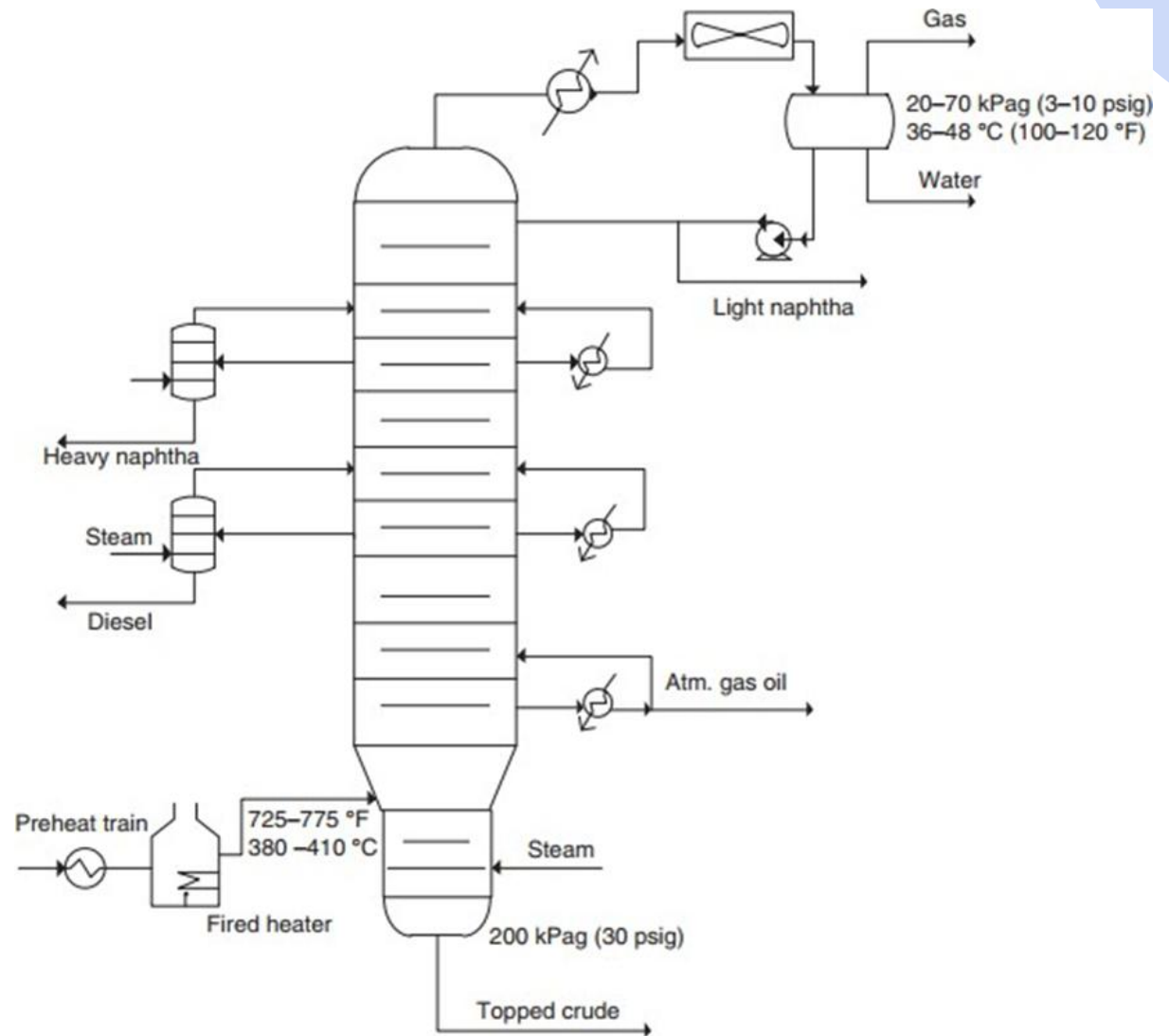


\_\_\_\_\_



# Unit Distilasi Atmosferik di Pabrik Pengolahan Minyak

---



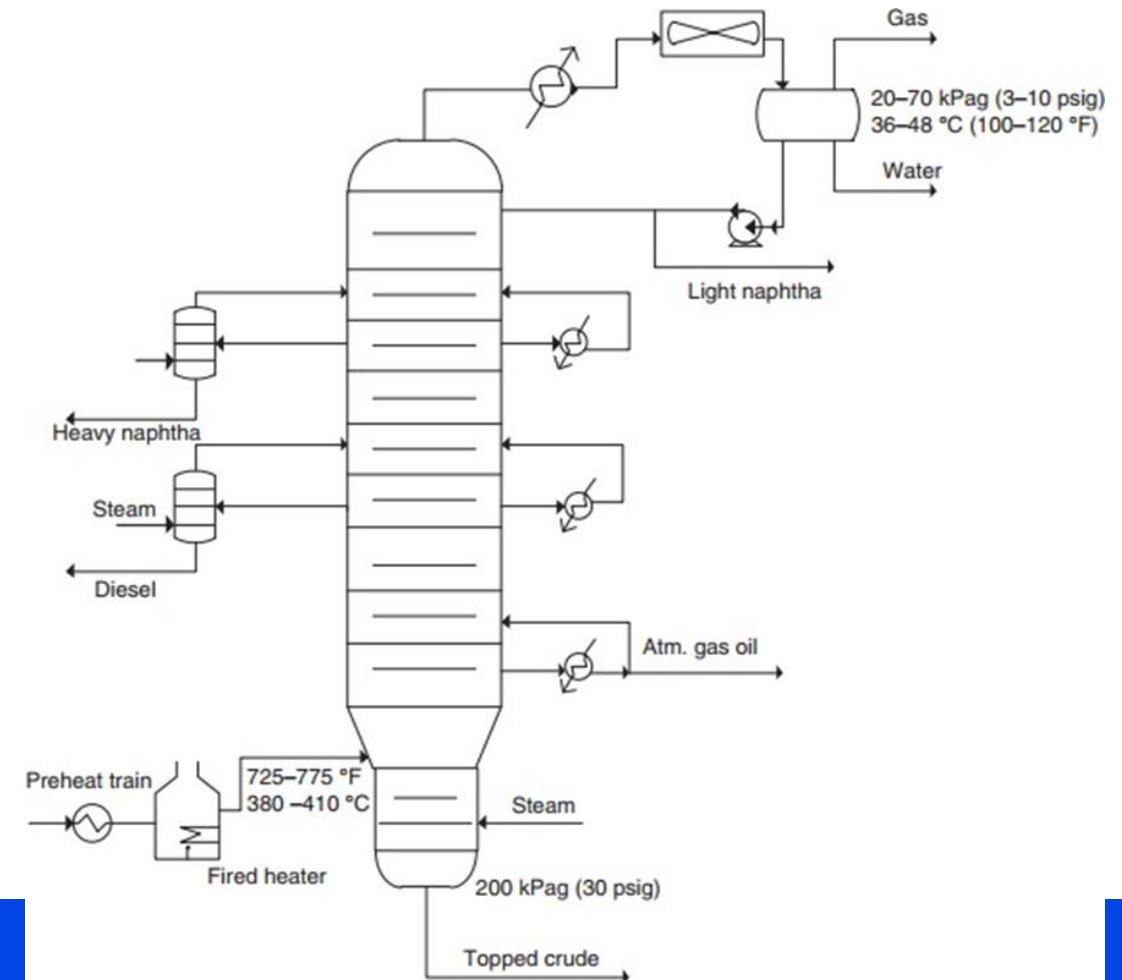
# Distilasi Atmosferik

---

- Setelah meninggalkan jalur pemanasan awal, minyak mentah masuk ke dalam tungku distilasi minyak mentah atmosferik
- Tujuan utama tungku ini adalah untuk menguapkan bagian minyak mentah yang dihasilkan sebagai produk dari kolom
- Suhu (dan suhu keluaran) tungku diatur sedemikian rupa sehingga jumlah minyak mentah yang diuapkan sama dengan jumlah produk yang dihasilkan dari kolom ditambah persentase kecil
- Persentase kelebihan kecil ini (biasanya berkisar antara 2-10%) disebut **overflow**
- *Overflow menunjukkan jumlah residu berat yang akan terdistribusi ke dalam produk-produk yang lebih ringan, meningkatkan titik D86 95% dari produk-produk tersebut*
- Campuran uap-cair minyak mentah ini masuk ke kolom pada suhu sekitar 310 – 410°C dan segera
- menguap di beberapa tray bawah kolom (**zona penguapan**)

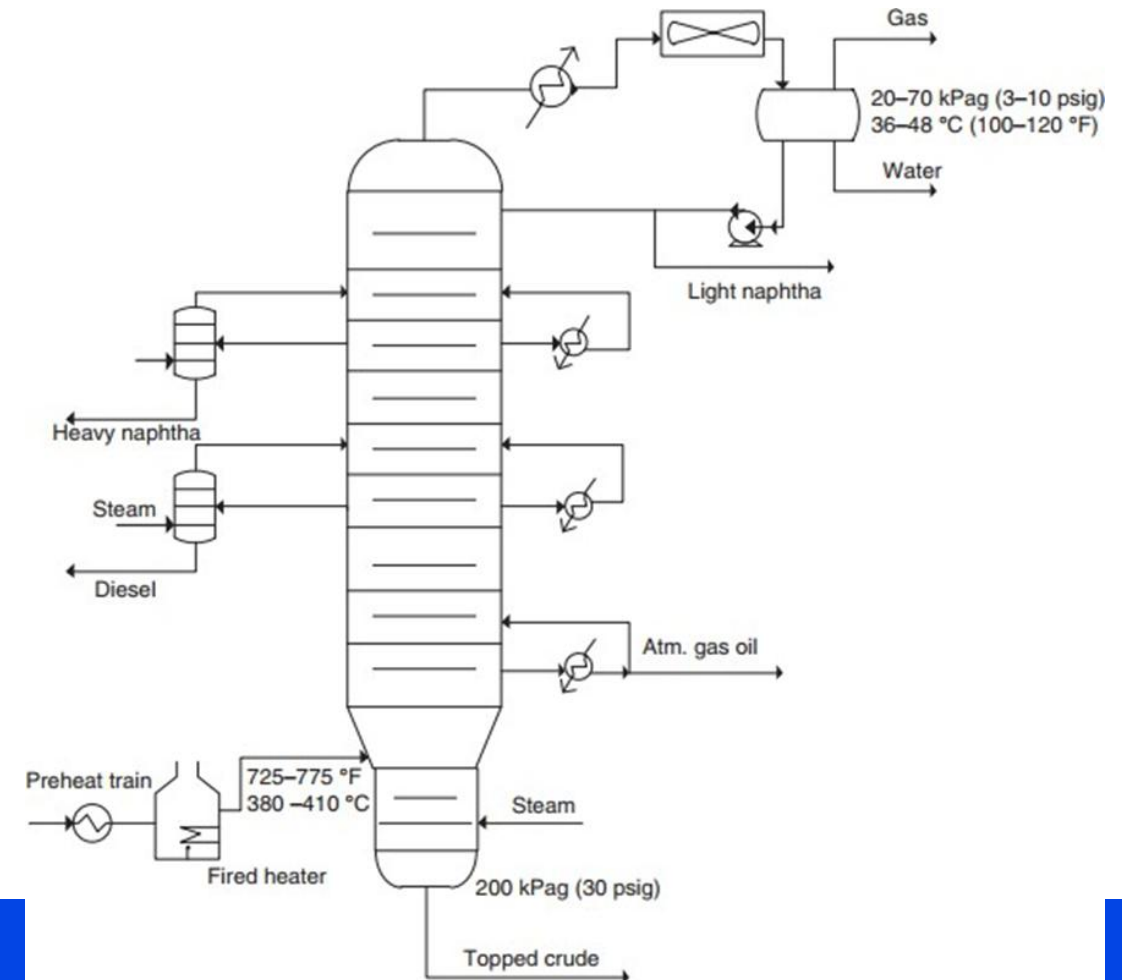
# Distilasi Atmosferik

- Saat uap panas dari zona flash naik melalui tray ke atas kolom, uap tersebut bersentuhan dengan refluks yang lebih dingin yang mengalir ke bawah kolom
  - Di kondensor atas, uap tersebut dikondensasi dan sebagian naphtha ringan dikembalikan ke kolom sebagai refluks
  - Refluks tambahan disediakan oleh beberapa aliran pompa sirkulasi sepanjang kolom
- 
- Saat komponen ringan dari minyak mentah naik ke atas kolom, berbagai aliran samping diambil di lokasi yang berbeda-beda
  - Lokasi pengambilan mewakili rentang suhu produk cair yang dapat dikumpulkan dari lokasi pengambilan yang bersangkutan
  - Terdapat banyak kemungkinan lokasi pengambilan samping dan konfigurasi tergantung pada permintaan produk dan ekonomi kilang
  - Aliran samping biasanya memiliki titik D86 5% yang rendah, menunjukkan adanya banyak komponen ringan



# Distilasi Atmosferik

- Komponen ringan (misalnya pentana dan yang lebih ringan) naik melalui kolom dan keluar melalui gas buang dan output cairan kondensor kolom
- Suhu kondensor bergantung pada tekanan operasi kolom dan variabel lain. Rentang tipikalnya antara 30 – 65°C
- Fitur tambahan pada sebagian besar kolom adalah adanya pendingin samping dan pompa sirkulasi. Unit-unit ini mengurangi aliran uap di kolom (dengan menurunkan suhu) dan memungkinkan pemulihan panas
- Banyak penukar panas di rangkaian pemanasan awal menggunakan minyak sirkulasi sebagai fluida sisi panas

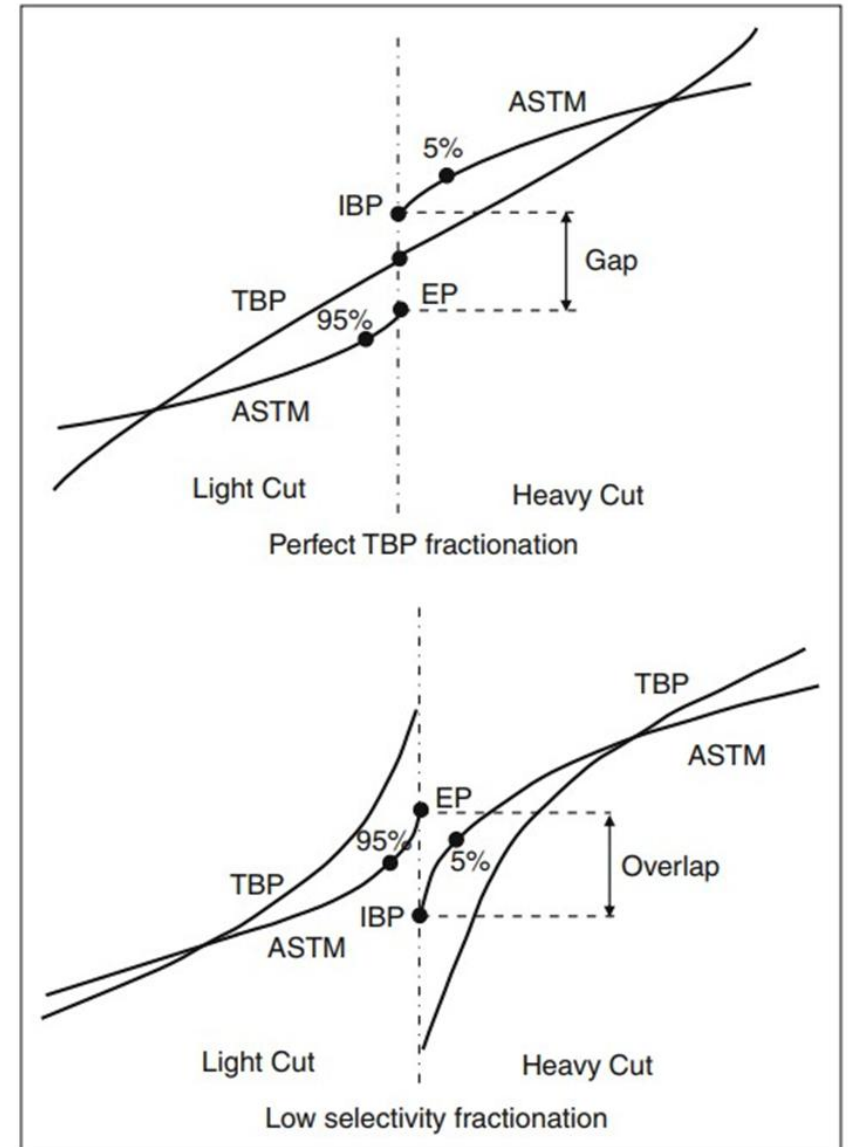


# Unit Operasi Distilasi Minyak Mentah:

## Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

### Fraksinasi

- Derajat fraksinasi ditentukan oleh selisih (atau tumpang tindih) rentang titik didih antara dua produk aliran samping yang berdekatan
- Selisih fraksinasi didefinisikan sebagai selisih antara titik didih 5% produk dan titik didih 95% produk yang lebih ringan (Nilai positif menunjukkan fraksinasi yang baik)
- Perbedaan negatif disebut tumpang tindih, yang menunjukkan bahwa sebagian produk ringan masih terdapat dalam produk yang lebih berat dan sebaliknya
- Derajat fraksinasi dapat dikendalikan dengan mengontrol titik potong (cut-point) dari dua produk berturut-turut





# Unit Operasi Distilasi Minyak Mentah: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

## Titik Potong

- Titik potong CDU dikendalikan oleh suhu uap overhead dan laju aliran produk
- Perubahan laju pengambilan produk apa pun akan memengaruhi titik potong produk yang lebih berat
- Misalnya, menurunkan laju pengambilan kerosene akan menurunkan titik akhir (membuatnya lebih ringan), tetapi juga akan mengubah titik potong awal LGO, VGO, dan residu atmosfer
- Oleh karena itu, laju aliran LGO harus ditingkatkan dengan jumlah yang sama (hanya titik potong kerosene yang berubah, titik potong produk lain tetap tidak berubah)

## Laju Aliran Samping

- Laju aliran samping juga mempengaruhi suhu di tray pengambilan dan menurunkan refluks internal yang keluar dari tray
- Refluks internal mempengaruhi derajat fraksionasi. Refluks internal dapat ditingkatkan dengan meningkatkan suhu keluaran pemanas dan menurunkan beban pompa sirkulasi di bagian bawah kolom
- Ketika panas yang dihilangkan oleh pompa sirkulasi bawah berkurang, lebih banyak uap tersedia di kolom dan lebih banyak refluks internal dihasilkan saat uap mengembun.

# Unit Operasi Distilasi Minyak Mentah: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

---

## Derajat Fraksinasi

- Kualitas fraksinasi antara dua aliran berturut-turut dipengaruhi oleh laju aliran cairan dan uap di zona kolom antara kedua aliran tersebut, jumlah tray, dan panas yang dihilangkan oleh pompa di sekitarnya
- Fraksinasi sempurna memerlukan celah nol dan tumpang tindih nol

## Over-flash

- Minyak mentah harus dipanaskan oleh tungku pada suhu 330 – 385 °C (tergantung komposisi minyak mentah)
- Suhu keluar tungku harus cukup untuk menguapkan semua produk yang ditarik di atas zona flash ditambah 3-5% volume produk dasar
- Overflash menyediakan pencucian cairan pada uap yang naik dari zona flash kolom (sehingga meningkatkan fraksinasi pada tray di atas zona flash)

# Operasi Unit Distilasi Minyak Mentah: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

---

## Over-flash

- Over-flash memberikan panas berlebih ke kolom melebihi yang diperlukan untuk mendestilasi produk atas
- Suhu tungku harus dikendalikan untuk meminimalkan pembentukan kokas di tabung tungku dan di tray zona flash
- Komposisi minyak mentah memainkan peran penting dalam penentuan suhu keluar tungku (misalnya, minyak mentah parafinik lebih mudah terurai daripada minyak mentah aromatik atau berbasis aspal, sehingga suhu keluar tungku lebih rendah)

## Tekanan kolom

- Tekanan kolom dikendalikan oleh tekanan balik drum refluks atas. Tekanan drum refluks atas sekitar 3-5 psig.
- Tekanan tray atas 6-10 psig lebih tinggi daripada drum refluks
- Tekanan zona flash 5-8 psi lebih tinggi daripada tray atas

# Unit Operasi Distilasi Minyak Mentah: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

## Suhu di Atas Permukaan

Suhu berlebih harus dikendalikan agar berada pada rentang 14-17 °C lebih tinggi dari titik embun air pada tekanan di atas permukaan kolom, sehingga tidak terjadi kondensasi air di dalam kolom.

Contoh : Jika aliran overhead mengandung 8,5 mol% air pada tekanan 2,36 bar, hitung suhu aliran overhead untuk memastikan operasi yang aman.

Temp. °C	Press. bar	Specific Volume m <sup>3</sup> /kg		Internal Energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Temp. °C
		Sat. Liquid $v_f \times 10^3$	Sat. Vapor $v_g$	Sat. Liquid $u_f$	Sat. Vapor $u_g$	Sat. Liquid $h_f$	Evap. $h_{fg}$	Sat. Vapor $h_g$	Sat. Liquid $s_f$	Sat. Vapor $s_g$	
50	.1235	1.0121	12.032	209.32	2443.5	209.33	2382.7	2592.1	.7038	8.0763	50
55	.1576	1.0146	9.568	230.21	2450.1	230.23	2370.7	2600.9	.7679	7.9913	55
60	.1994	1.0172	7.671	251.11	2456.6	251.13	2358.5	2609.6	.8312	7.9096	60
65	.2503	1.0199	6.197	272.02	2463.1	272.06	2346.2	2618.3	.8935	7.8310	65
70	.3119	1.0228	5.042	292.95	2469.6	292.98	2333.8	2626.8	.9549	7.7553	70
75	.3858	1.0259	4.131	313.90	2475.9	313.93	2321.4	2635.3	1.0155	7.6824	75
80	.4739	1.0291	3.407	334.86	2482.2	334.91	2308.8	2643.7	1.0753	7.6122	80
85	.5783	1.0325	2.828	355.84	2488.4	355.90	2296.0	2651.9	1.1343	7.5445	85
90	.7014	1.0360	2.361	376.85	2494.5	376.92	2283.2	2660.1	1.1925	7.4791	90
95	.8455	1.0397	1.982	397.88	2500.6	397.96	2270.2	2668.1	1.2500	7.4159	95

Solusi :

$$P_{\text{water}} = 0.085 \times 2.36 \text{ bars} = 0.221 \text{ bars}$$

Dari meja uap:

$$\text{Suhu uap jenuh pada } 0,221 \text{ bar} = 61 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Suhu operasi aman di atas} = 61 \text{ }^{\circ}\text{C} + 17 \text{ }^{\circ}\text{C} = 78 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

# Unit Operasi Distilasi Minyak Mentah: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

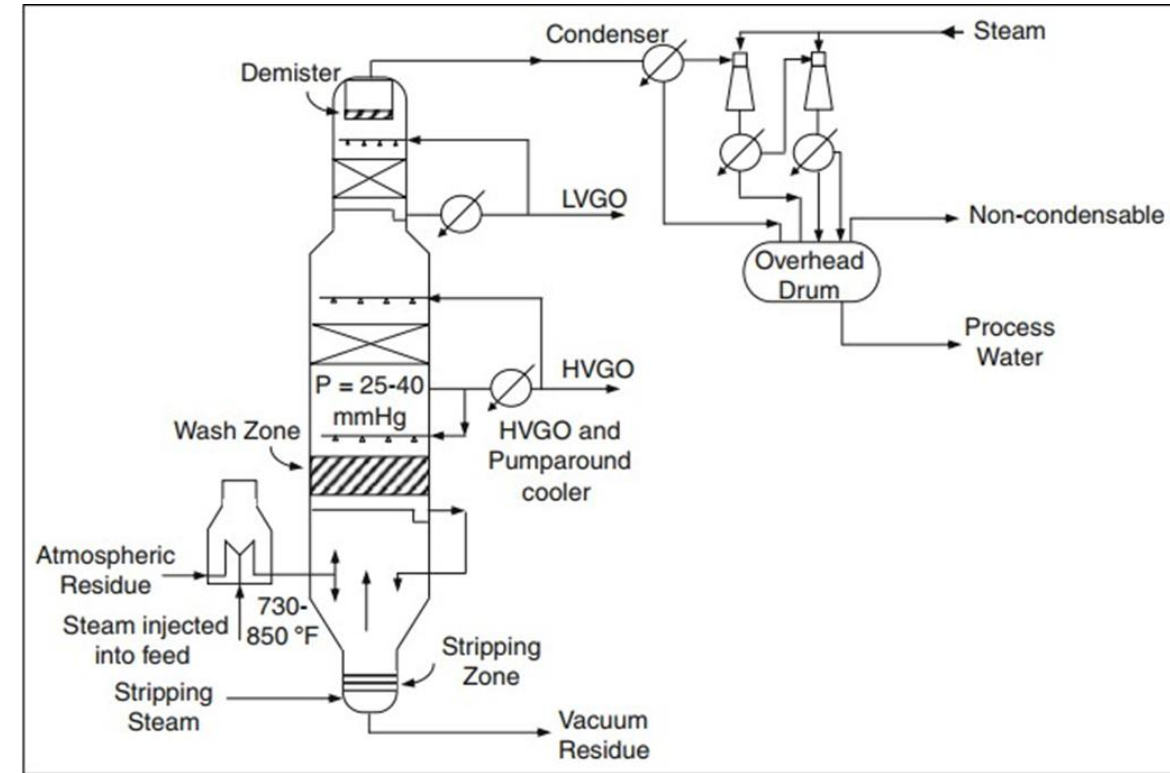
---

## Kolom Pra-Penguapan dan Kapasitas Kolom Mentah

- CDU umumnya dirancang untuk beban 80%
- Kapasitas kolom dibatasi oleh laju aliran uap dengan kecepatan antara 2,5 – 3,5 ft/s
- Pompa pengeliling dipasang untuk membatasi kecepatan uap dengan mengekstraksi panas dari kolom untuk mengembunkan uap yang naik dan sehingga mengurangi kecepatannya
- Kolom pra-flash diperkenalkan untuk memperluas kapasitas kolom. Kolom ini dipasang sebelum pemanas minyak mentah untuk menguapkan produk-produk teringan. Bagian bawah dari proses penguapan kemudian dimasukkan ke dalam CDU.
- Jumlah produk teringan kini berkurang di dalam kolom, sehingga mengurangi beban uap di dalam kolom.

## Unit Distilasi Vakum (VDU)

- Untuk mengekstraksi lebih banyak distilat dari sisa atmosfer
- Distilat VDU diklasifikasikan sebagai: LVGO (minyak gas vakum ringan), MVGO (minyak gas vakum sedang), dan HVGO (minyak gas vakum berat)
- VGO juga dapat menghasilkan bahan baku minyak pelumas (hanya jenis minyak mentah tertentu yang dapat menghasilkan bahan baku minyak pelumas)

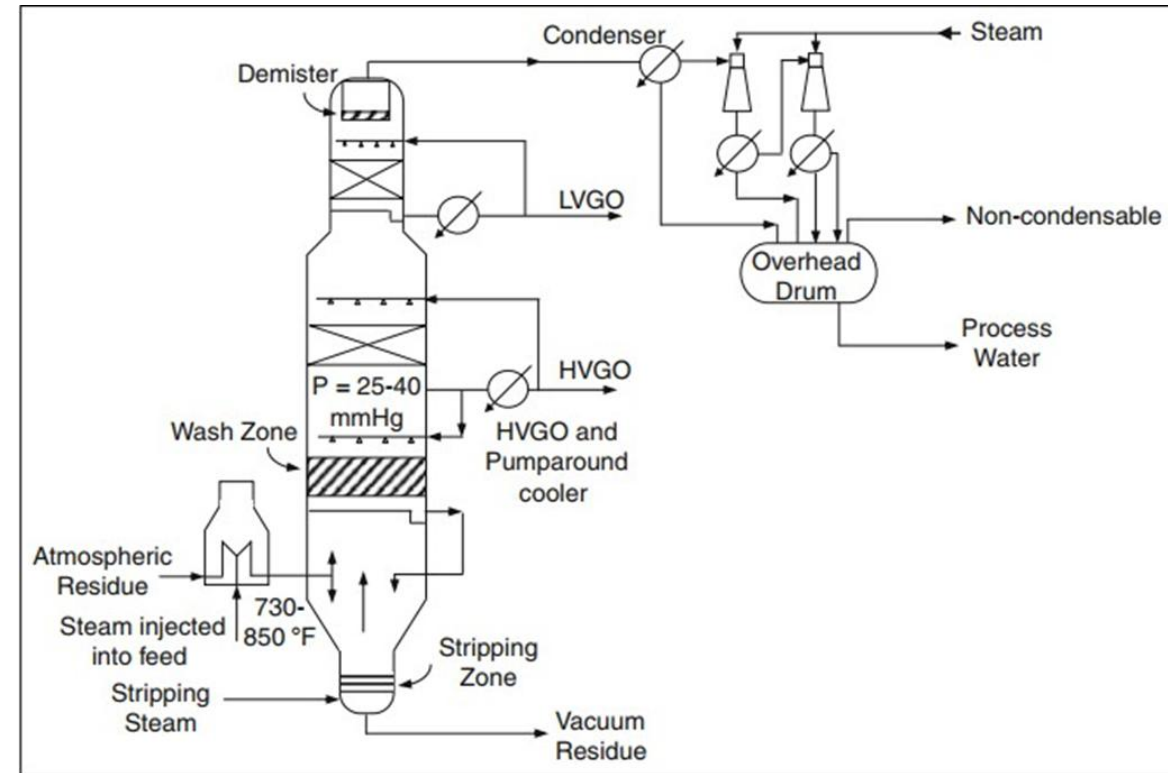


- Sisa atmosfer dari CDU dapat disimpan (pada suhu tidak kurang dari 150 °C) sebelum dimasukkan ke dalam VDU. Suhu ini memastikan viskositas yang tepat untuk aliran yang optimal
- Sebelum dimasukkan ke dalam VDU, sisa atmosfer menjalani pemanasan awal dan pemanasan akhir di pemanas berbahan bakar
- Suhu pemanasan akhir: 380-415 °C
- Untuk mencegah pembentukan kerak, uap disuntikkan ke dalam tabung pemanas
- Overflash dijaga pada 3-5 vol%



## Unit Distilasi Vakum (VDU)

- VDU dilengkapi dengan sistem pemisahan fraksi dan pertukaran panas (untuk mengurangi penurunan tekanan yang diperlukan untuk mempertahankan vakum rendah)
- VDU dilengkapi dengan sistem yang menggunakan ejektor atau kombinasi ejektor dan pompa cincin cair untuk menciptakan vakum
- Ejektor menggunakan uap, sedangkan pompa cincin cair tidak menggunakan uap



# TERIMA KASIH

FOR YOUR ATTENTION

December 2025

